

氏名	井 上 靖 之
学 位 の 種 類	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	第3546号
学位授与年月日	平成11年 3 月24日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当者
学 位 論 文 名	TRISTAN における電子・陽電子対消滅でのミュオン粒子包含事象の研究による b-, c- クォークの生成断面積及び前後方荷電非対称度の測定 (A study of inclusive muon events and measurement of cross-section and forward-backward asymmetry for b-, c-quark in e^+e^- annihilation at TRISTAN)
論文審査委員	主 査 教 授 高橋 保 副主査 教 授 牲川 章 副主査 助教授 寺本 吉輝

論 文 内 容 の 要 旨

この研究では電子・陽電子衝突型加速器TRISTANのTOPAZ測定器で得られた重心系エネルギー58GeVでの約300pb⁻¹のデータを用いて、ミュオン粒子包含反応(1328イベント)について詳しく調べた。そしてbクォーク、cクォークの生成断面積と前後方荷電非対称度を測定し標準理論を検証した。特に、ミュオン粒子包含反応のバックグラウンド及びミュオン粒子検出器がこの測定に及ぼす影響を詳細に検討した。

クォークはそれを支配している量子色力学の性質から単独では存在することが出来ず、それらの性質を調べるには、そのクォークを含む中間子やその崩壊生成粒子を検出する必要がある。重いクォークでは、崩壊生成粒子として約10%のミュオン粒子を含む(ミュオン粒子包含反応)。重いクォークから崩壊したミュオン粒子は、親クォークの生成方向に対して大きな横方向運動量を持つ確率が高い。従って、ミュオン粒子の横方向運動量を測定し、親クォークを同定した。親クォークを高い精度で同定するには、ミュオン粒子に対するバックグラウンド、検出器の性能、ハドロン化や分岐比などのモデルの依存性などを正確に把握する必要がある。主なバックグラウンドは、パイ中間子、K中間子などのハドロンがミュオン粒子と間違えて同定される場合である。この割合を正確に理論から予想することは困難である。従って、タウ粒子対生成からの荷電パイ中間子のデータを使いシミュレーションによってこの割合を求めた。また、ミュオン粒子検出器の性能などによる影響も考慮して同定をした。

以上のように、1328イベントのミュオン粒子包含反応を解析し、b-, c-クォークの生成断面積の全ハドロン断面積との比(R)及び、前後方荷電非対称度(A_{FB})を測定し次の結果を得た。

$$R_{b\bar{b}} = 0.130 \pm 0.015(stat) \pm 0.008(syst), R_{c\bar{c}} = 0.334 \pm 0.043(stat) \pm 0.046(syst),$$

$$A_{FB}^b = -0.21 \pm 0.16(stat) \pm 0.01(syst), A_{FB}^c = -0.16 \pm 0.14(stat) \pm 0.02(syst)$$

これらの測定値を標準理論の予想値と比較すると生成断面積はb-, c-クォークとも良く一致していた。また、荷電非対称度については予想値より2 σ 以内で一致していた。その結果重心系エネルギー58 GeVでのb-, c-クォークの生成断面積と荷電非対称度は標準理論の予想値とほぼ一致していることが分かった。

論文審査の結果の要旨

素粒子間に働く相互作用は、標準理論で記述されると考えられ、現在知られている実験事実と良く一致している。そこで茨城県つくば市の文部省高エネルギー加速器研究機構のTRISTAN加速器を用い、電子・陽電子衝突実験でbクォーク、cクォーク対生成反応の断面積と前後方荷電非対称度を測定し、標準理論の検証を行っている。電子・陽電子は対消滅しクォーク対が生成され、強い相互作用により、多くのハドロンを作る。重いb-, c-クォークの場合、約10%直接ミュー粒子に崩壊する場合があります、ミュー粒子包含反応と呼ばれる。重いクォークから崩壊したミュー粒子は、親クォークの生成方向に対して大きな横方向の運動量を持つ確率が高い。従って、ミュー粒子の横方向運動量を測定し親クォークを同定している。しかし、 π 、K中間子などがミュー粒子と誤って同定される場合がある。このバックグラウンドの割合を、タウ粒子対生成からの荷電パイ中間子のデータを使い、シミュレーションで精度よく求めている。

解析に用いたデータは、TOPAZ測定装置で、1989年2月から1995年5月の期間に、重心系エネルギー58.0GeVで収集され、積分ルミノシティは約300pb⁻¹であった。このデータからミュー粒子包含反応の選別を行った結果、1328イベントを得た。

このイベントに対して、ミュー粒子の運動量分布及びクォーク生成方向からの角度分布にデータをフィットさせた。その結果、b-, c-クォークの生成断面積の全ハドロン断面積との比 (R_b, R_c) 及び前後方荷電非対称度 (A_b, A_c) を求め次の値を得た。

$$R_b = 0.130 \pm 0.015(\text{stat}) \pm 0.008(\text{syst}), \quad R_c = 0.334 \pm 0.043(\text{stat}) \pm 0.046(\text{syst})$$

$$A_b = -0.21 \pm 0.16(\text{stat}) \pm 0.01(\text{syst}), \quad A_c = -0.16 \pm 0.14(\text{stat}) \pm 0.02(\text{syst})$$

これらの測定値を標準模型による予想値と比較すると、断面積は、b-, c-クォークとも良く一致していた。荷電非対称度についても2 σ 以内で一致していた。

以上のように、本論文は電子・陽電子消滅によるb-, c-クォーク対生成反応の測定から標準理論を検証したものであり、素粒子物理学に大きな寄与をなすものと考えられる。よって、博士(理学)の学位を授与するに値するものと審査した。